

KWR 2017.017 | Januari 2017

# **LCA methodiek ter beoordeling van het vervangen of renoveren van een rioolleiding**



# LCA methodiek ter beoordeling van het vervangen of renoveren van een rioolleiding

KWR 2017.017 | Januari 2017

**Opdrachtnummer**

401636

**Projectmanager**

Kees Roest

**Opdrachtgever**

Winnet

**Kwaliteitsborger(s)**

Jan Vreeburg

**Auteur(s)**

Tessa P.H. van den Brand

**Verzonden aan**

Wilco van Bodegraven (Winnet)

**Jaar van publicatie**  
2017

**Meer informatie**  
Tessa van den Brand  
T 030 6069629  
E [Tessa.van.den.Brand@kwrwater.nl](mailto:Tessa.van.den.Brand@kwrwater.nl)

PO Box 1072  
3430 BB Nieuwegein  
The Netherlands

T +31 (0)30 60 69 511  
F +31 (0)30 60 61 165  
E [info@kwrwater.nl](mailto:info@kwrwater.nl)  
I [www.kwrwater.nl](http://www.kwrwater.nl)



KWR | Januari 2017 © KWR

Alle rechten voorbehouden.  
Niets uit deze uitgave mag worden veelevoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen, of enig andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever.

# Samenvatting

Wanneer een rioolleiding niet meer aan de kwaliteitseisen voldoet, zijn er twee opties: 1) het totaal vervangen van een leiding of 2) de levensduur van de huidige leiding verlengen. De keuze tussen deze twee scenario's kan op verschillende gronden worden gedaan; bijvoorbeeld financiën, overlast en milieubelasting. In deze studie is een literatuurstudie en "black-box" benadering gecombineerd om inzicht te krijgen in de milieubelasting van de volgende twee opties; het compleet vervangen van een betonnen rioolleiding of de levensduur van een betonnen rioolleiding verlengen middels de kousmethode.

Voorafgaand aan deze studie is er al een LCA studie uitgevoerd over het vervangen van een rioolleiding, en de milieupact van verschillende materialen en diameters. Uit de kwaliteitscheck van de LCA studie blijkt dat deze data als basis gebruikt kan worden voor de milieubelasting berekening wanneer een betonnen rioolleiding vervangen wordt. Deze basis is dat het vervangen van een rioolleiding met een diameter van 300 en 400 mm een milieubelasting van respectievelijk 436 en 594 ecopunten heeft.

In literatuur is gevonden dat de milieubelasting van de kousmethode grotendeels (~80%) wordt bepaald door het hars. Bovendien is de kousmethode, als levensduurverlengende methode voor een rioolleiding, alleen interessant wanneer er geen aansluitpunten zijn. Uit vertrouwelijke documentatie komt naar voren dat de kousmethode een milieupact in de orde grootte van 150 ecopunten heeft.

Met de huidige getallen is er echter geen rekening gehouden met de levensduur van deze opties, omdat deze zeer onzeker is. Ter indicatie, wanneer de kousmethode de levensduur van de huidige leiding met 20 jaar verlengt, is de milieupact op jaarbasis vergelijkbaar met die van het compleet vervangen van een rioolleiding bij een levensduur van 50 jaar (bij een diameter van 300mm). Bovendien zijn in deze indicatieve studie de volgende zaken, die zeer sterk van situatie afhankelijk zijn, niet meegenomen: zoals omrijden van verkeer, verstoring van ecosystemen en geluidsoverlast. Deze situatie afhankelijke factoren zijn wel van grote invloed op het totale milieupact. Zo resulteert het omrijden van verkeer, met een totale som van 1000km, al in een verhoging van 16% in milieupact bij een opensleufmethode.

Uit deze indicatieve LCA studie, beschreven in dit rapport, blijkt dat er gedetailleerdere informatie met betrekking tot de levensduur van de leiding nodig is; van zowel de kousmethode als wanneer de leiding vervangen wordt. Ook de noodzaak tot omrijden heeft groot effect en zou onderzocht moeten worden.

# Inhoud

<b>Samenvatting</b>	<b>2</b>
<b>Inhoud</b>	<b>3</b>
<b>1 Inleiding</b>	<b>4</b>
1.1 Aanleiding	4
1.2 Achtergrond informatie LCA	4
<b>2 Methode</b>	<b>6</b>
2.1 Rationale	6
2.2 Het doel van de LCA	6
2.3 Functionele eenheid	6
2.4 Gebruikte methode	6
2.5 Systeemgrenzen en uitgangspunten	6
<b>3 Resultaten en Discussie</b>	<b>8</b>
3.1 Kwaliteitscheck LCA rapport Schoondermark 2016	8
3.2 Literatuurstudie	9
3.3 Vergelijking: vervangen of verlengen	9
3.4 Advies voor gevolg	11
<b>4 Conclusie</b>	<b>12</b>
<b>Referenties</b>	<b>13</b>
<b>Bijlage I Boomstructuren van LCA</b>	<b>14</b>

# 1 Inleiding

## 1.1 Aanleiding

Het renoveren van een rioolleiding door middel van het inbrengen van een kous met een hars, het zogenoemde relining, verlengt de levensduur van desbetreffende leiding. Er is nog weinig bekend over de milieueffecten die gepaard gaan met deze wijze van renovatie van rioolleidingen. Recent is een studie uitgevoerd naar de milieu-effecten van rioolleidingen. Dit werk is gedaan in het kader van een afstudeerproject van een student van de Wageningen Universiteit, onder begeleiding van KWR Watercycle Research Institute. Naar dit rapport zal in het vervolg verwezen worden als Schoondermark 2016.

De ondersteunende software en bijbehorende database waarop de studie is gebaseerd, is Simapro 8.0. Uit deze studie bleek dat de materiaalkeuze, diameter en recycling/hergebruik van grote invloed zijn op het totale milieu-effect.

Echter, het milieueffect van hars dat gebruikt wordt bij renovatie is tot op heden nauwelijks bestudeerd. Hars is in verschillende vormen en maten beschikbaar op de markt, maar Simapro 8.0 en de bijbehorende databases (o.a. Ecolnvent 3.0) biedt geen opties om het effect van verschillende harssoorten mee te nemen. Door het ontbreken van gegevens over het hars dat gebruikt wordt bij de genoemde renovatiemethode is het dan ook lastig beoordelen of renovatie, met de daarbij gepaarde levensduurverlenging, daadwerkelijk een netto gunstig effect heeft op het milieu. In dit vooronderzoek wordt onderzocht:

- Wat staat er in de literatuur beschreven over het milieueffect van hars bij relining?
- Is de samenstelling van hars van grote invloed op de totale milieupact?
- Kan er een model gemaakt worden voor de database die het milieuimpact van hars beschrijft?
- Hoe verhouden de milieu-effecten van de kous-relining zich tot het vervangen van de gehele rioolleiding?

## 1.2 Achtergrond informatie LCA

Life Cycle Assessment Analyse (LCA-analyse) is een handige tool om milieufactetten van verschillende alternatieven met elkaar te vergelijken. Dit programma rekent niet alleen aan de CO<sub>2</sub>-footprint van een proces of methode, maar neemt ook andere milieufactetten mee zoals uitputting van grondstoffen, toxiciteit (dier en mens), klimaat verandering en landgebruik. Een LCA studie is een methode om de "hete ijzers" van een proces te vinden, en kan antwoord geven op de vraag met welke parameters de grootste milieuwinst te behalen is. Daarnaast is LCA ook een tool die de discussie kan faciliteren over de milieuimpact van verschillende alternatieven.

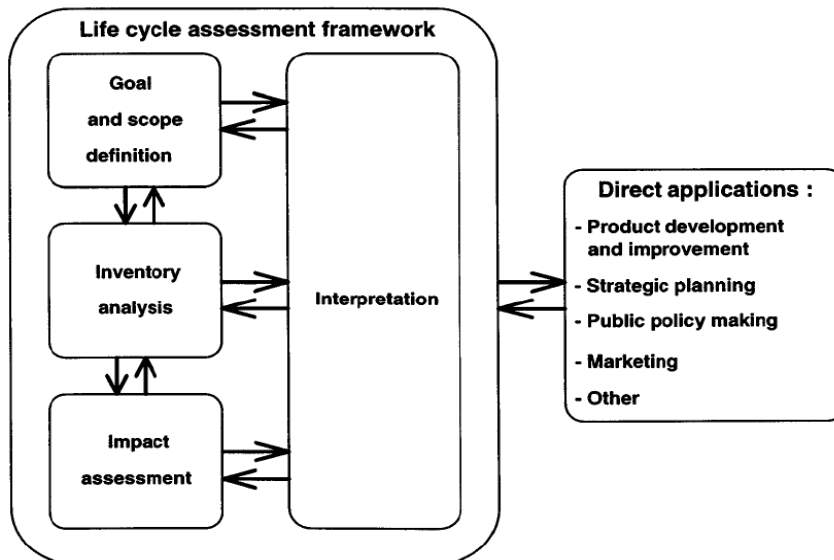
Het milieueffect wordt onder andere bepaald door het materiaal van de nieuwe leiding of liner, en het energie- en waterverbruik tijdens de vervangingen, maar ook hoe ver en hoeveel verkeer om moet rijden. Vaak wordt het milieueffect geformuleerd in een CO<sub>2</sub>-voetafdruk, een hoeveelheid broeikasgassenuitstoot uitgedrukt in CO<sub>2</sub>-equivalenten (CO<sub>2</sub>-e). Deze uitstoot van broeikasgassen heeft een effect op de opwarming van de aarde. Andere milieueffecten, zoals verlies aan biodiversiteit, toxiciteit, uitputting van grondstoffen of verzuring worden echter niet in deze CO<sub>2</sub>-voetafdruk gekwantificeerd. Hierdoor geeft de CO<sub>2</sub>-

voetafdruk geen totaal beeld van het milieueffect. Daarom wordt in dit hoofdstuk de parameter ecopunten gebruikt om de totale milieu-impact uit te drukken, waarbij één persoon een gedefinieerde milieu-impact heeft van 1.000 ecopunten per jaar. Hoe hoger een techniek scoort op het aantal ecopunten, hoe groter het negatieve effect op het milieu.

Een LCA bekijkt het effect op het milieu van een product of service vanaf het begin (het maken) tot aan het einde (het verwerken). Dit principe wordt ook cradle-to-grave genoemd. Een LCA wordt uitgevoerd door de volgende stappen te volgen (Figuur 1-1):

1. Identificatie van doel en scope van de LCA.
2. Inventarisatie van gegevens (materialen, energieverbruik en dergelijke). Deze gegevens moeten de gehele levenscyclus van het product of service beslaan waarvan de LCA wordt opgesteld. Deze levenscyclus analyse neemt de volgende facetten in aanmerking:
  - a. Materiaal gebruik (en het transport van dit materiaal);
  - b. Constructie van het product of de service;
  - c. Gebruik van het product of de service;
  - d. Opruimen van het product of de service;
  - e. Afvalverwerking.
3. Bepalen van impact (milieueffect) van het product of de service in termen van hoeveelheid ecopunten.

Tijdens de stappen vindt ook interpretatie plaats waardoor eerdere stappen aangepast kunnen worden. Het kan bijvoorbeeld blijken dat de scope aangepast moet worden tijdens het inventariseren van gegevens. Uiteindelijk wordt het totale milieueffect bepaald aan de hand van het aantal berekende ecopunten.



FIGUUR 1-1 OVERZICHT VAN HET STAPPENPLAN OM EEN LIFE CYCLE ASSESSMENT (LCA) UIT TE VOEREN.

## 2 Methode

### 2.1 Rationale

Het bepalen van het milieueffect bij het relinen van een riool, waarbij voor een kous met harsmethode wordt gekozen, is via verschillende fasen gedaan. In dit onderzoek is eerst een kwaliteitscheck gedaan op het voorgaande werk dat door Loes Schoondermark is uitgevoerd. Dit werk is betrouwbaar geacht (zie §3.1), waardoor het als basis kan dienen voor dit onderzoek. Het hars dat gebruikt kan worden voor het relinen is beschreven in een vertrouwelijk beschikbare literatuurstudie. Deze data zal als blackbox worden ingezet.

### 2.2 Het doel van de LCA

Het doel van deze LCA studie is om te onderzoeken of het verlengen van de levensduur van de rioolleiding met behulp van de kousmethode met hars, minder impact heeft op het milieu dan het compleet vervangen van de leiding. Hiervoor is het noodzakelijk om ook te kijken naar het vervangen van een vaste lengte van het riool, waarbij ook de levensduur wordt meegenomen.

### 2.3 Functionele eenheid

Om de milieupact van verschillende scenario's eerlijk te kunnen vergelijken moet de eenheid, waarover de berekeningen worden gemaakt (de "functionele eenheid"), goed gekozen worden. In dit geval is er gekozen voor het renoveren van 100 m rioolleiding als functionele eenheid. In de discussie zal de afweging met betrekking tot de levensduur worden meegewogen.

### 2.4 Gebruikte methode

Voor deze LCA is gebruik gemaakt van SimaPro 8.0 software. De achtergrondinformatie is afkomstig uit de Ecolnvent 3.0 database. De berekeningen zijn uitgevoerd met ReCiPe Endpoint E V1.10/Europe ReCiPe E/A, en uitgedrukt in ecopunten. Er is zoveel mogelijk gebruik gemaakt van data die specifiek zijn voor Nederland. Indien deze niet beschikbaar waren is deze volgorde toegepast: 1) data voor Europa (RER), 2) Zwitserland (CH), en 3) de rest van de wereld (ROW).

### 2.5 Systeemgrenzen en uitgangspunten

In deze LCA zijn alleen operationele parameters bestudeerd. Het ontwerpen en bouwen van de systemen, of graafmachines e.d. zijn dus niet meegenomen in de analyse. De uitgangspunten zijn samengevat in Tabel 2-1. In lichtgrijs zijn de achterliggende aannamen vermeldt, maar deze zijn niet op in Simapro verwerkt.



TABEL 2-1 AANNAMEN PER 100 M TE VERVANGEN RIOOL

Proces	Parameter	Eenheid	300	400
Leidingmateriaal	Beton	m <sup>3</sup>	7.42	10.34
	Beton	kg	17800	24810
	Afstand	km	150	150
	Transport	tkm	2670	3721.5
	Elektriciteit	kwh	1.1242	1.1242
Onderhoud	Water	m <sup>3</sup>	8.04	8.04
	Transport	tkm	160	160
	Uitgraven	m <sup>3</sup>	279.5	315
Sleuf graven	Afstand	km	20	20
	Transport	tkm	0.02	0.02
	Afstand	km	20	20
Landfill	Gewicht	kg		
	Transport	tkm	3.56	4.962
	Beton afval	kg	1	1
Recycling	Hergebruik	%	20	20
	Afstand	km	150	150
	Transport	tkm	491.23	491.23
	Beton afval	-	0.002	0.002
	Voorkomen product	m <sup>3</sup>	0.198	0.198
End of life	End of life	-	17800	24810
	Recycling	%	99	99
	Storten	%	1	1
Assembly	Beton	-	1	1
	Sleuf graven	-	1	1
	Transport	tkm	356	356
LCA	Assembly	-	1	1
	Sleuf graven	-	0	0
	Onderhoud	-	1	1
	waste end of life	-	1	1

De volgende zaken zijn niet meegenomen, maar kunnen, afhankelijk van de situatie, wel grote impact hebben:

- Beïnvloeding van natuur/groen/ecologische systemen door werkzaamheden
- Geluidsoverlast als gevolg van de werkzaamheden
- Het eventueel omrijden van verkeer t.g.v. werkzaamheden.

## 3 Resultaten en Discussie

Om de resultaten met betrekking tot de milieupact van de kousmethode ter verlenging van de levensduur van een rioleiding in perspectief te kunnen plaatsen, is het zaak om deze gegevens te vergelijken met de milieupact van het compleet vervangen van deze leiding. Dientengevolge is er eerst een kwaliteitscheck uitgevoerd over de resultaten van het compleet vervangen van een leiding beschreven in de master thesis van Schoondermark 2016 van de Universiteit Wageningen, om vast te stellen of deze resultaten als uitgangspunt gebruikt kunnen worden.

### 3.1 Kwaliteitscheck LCA rapport Schoondermark 2016

In dit project is een extra kwaliteitscontrole uitgevoerd op het afstudeerwerk van Loes Schoondermark beschreven in rapport van Schoondermark getiteld "Sustainability of wastewater transport systems; Life cycle assessment on pipes transporting domestic wastewater in the WINNET region". In deze controle is een nieuwe LCA gemaakt en de aannamen zijn opnieuw overwogen. Hierbij is geconstateerd dat de resultaten van Schoondermark konden worden gereproduceerd met enkele subtiele verschillen in de LCA resultaten (**Error! Reference source not found.**).

TABEL 3-1 VERSCHILLEN IN LCA RESULTATEN

Diameter riool	Schoondermark 2017	Huidige studie
300	459	436
400	621	594

Er zijn maar enkele andere onderzoeken gepubliceerd over het milieueffect van rioolleiding renovatie. Hierin wordt het milieueffect op basis van dezelfde invloeden (graven, materiaal, energie, et cetera) berekend (Morera et al., 2016, Muraoka et al., 2008). In deze studies worden ook geen effecten van beïnvloeden van ecosystemen, omrijden van het verkeer en dergelijke zaken meegenomen. Echter worden de resultaten niet in ecopunten gerapporteerd, waardoor de getallen niet vergeleken kunnen worden met de resultaten behaald in deze studie.

De verschillen in LCA resultaten in deze twee studies zijn 4 á 5% (Tabel 3-1), wat als klein verschil kan worden beschouwd. De volgende twee oorzaken liggen ten grondslag aan dit minimale verschil:

- Er is voor verschillende vormen van parameters gekozen; voor elektriciteit in Nederland zijn al meer dan twintig opties). Maar ook voor beton, graven en dergelijke processen kunnen verschillende referenties naar Ecolnvent Database gemaakt zijn. Uit een eigen sensitiviteitsanalyse, waarbij verschillende proces verwijzingen naar de database zijn gebruikt, blijkt dat deze verschillen erg klein zijn.
- Sinds de studie beschreven in Schoondermark 2016, is er een update aan de database Ecolnvent 3.0 uitgevoerd. Ook in andere studies zijn subtiele verschillen in milieupact van deze orde grootte als gevolg van de update waargenomen. Bovendien is het verschil in milieupact voor beide riooldiameter scenario's gelijk.

Een LCA in SimaPro wordt weergegeven in een boomstructuur. Een boomstructuur geeft inzicht over de mate van impact per parameter (de parameters zijn beschreven in Tabel 2-1). Voor het vervangen van een betonnen riool zijn de boomstructuren weergegeven in Bijlage I. Uit deze figuren blijkt dat meer dan 80% van de milieupact wordt bepaald door het beton dat nodig is bij de vervanging (er is rekening gehouden met recycleren van beton); namelijk 356 en 467 ecopunten voor een betonnen riool met een diameter van respectievelijk 300 en 400 mm.

### 3.2 Literatuurstudie

Er is nauwelijks documentatie gevonden over LCA studies naar de milieupact van hars in de kousmethode om het riool te relinen. Wel is er een vertrouwelijk document ontvangen die de impact van het hars op relinen beschrijft. Uit deze studie blijkt dat 80% van de impact van de kousmethode wordt bepaald door het gebruik van hars. Er mag dan ook verwacht worden dat de compositie van hars van grote invloed is op het milieueffect. Gezien de functie van het hars in deze kousmethode kunnen er wel vraagtekens geplaatst worden bij de mogelijkheid om de milieupact van het hars te reduceren. Er zullen namelijk altijd weekmakers aanwezig moeten zijn.

Om te bepalen of deze 80% van de totale impact van het hars bij de kousmethode een betrouwbaar resultaat is, zijn de LCAs uit dat rapport beoordeeld. De milieupact voor het vervangen van 100 m riool berekend in het vertrouwelijke document is fors lager dan onze eigen resultaten (factor 4 lager). Op basis van de gemaakte aannamen kan achterhaald worden dat dit vermoedelijk komt door het gebruik van een andere wanddikte van het riool. Een variatie in wanddikte heeft direct effect op de hoeveelheid beton die nodig is, en dit bepaalt in sterke mate de milieupact van een betonnen riool.

Ook de LCA naar het gebruik van de feltliner is beoordeeld. De gemaakte aannamen zijn door Jan Vreeburg beoordeeld op "grootte van orde" en mogelijk realistisch bevonden. Het effect van het materiaal, zoals het hars, glasvezel en dergelijke kon met een afwijking van minder dan 2% nagemaakt worden in SimaPro. De resultaten uit de LCA worden daarmee als indicatie gebruikt voor de milieupact van relinen met een kousmethode. Wanneer er gerelined wordt met de kousmethode kan er bij afwezigheid van aansluitpunten gebruik gemaakt worden van de reeds bestaande putten. Er zijn dan geen additionele graafwerkzaamheden nodig. Bovendien is aangenomen dat er enkel water nodig is voor het uitvouwen van de kous. Additionele energiekosten leiden uiteraard tot een hoger milieupact van de kousmethode.

Gezien de uitgebreide analyse van de LCA beschreven in dit rapport en in het rapport van Schoondermark 2016, wordt er van uit gegaan dat de uitkomst met betrekking tot de milieupact van een betonnen rioolleiding juist is. De milieupact voor het vervangen van een rioolleiding is dus 436 ecopunten (diameter 300 mm).

### 3.3 Vergelijking: vervangen of verlengen

Wanneer een rioolleiding aan vervanging toe is, kunnen de volgende twee situaties worden overwogen: 1) verlengen van levensduur van huidige rioolleiding door het toepassen van een kousmethode of 2) de rioolleiding compleet vervangen. Hierbij is het van belang om ook een tijdsaspect in de functionele eenheid mee te nemen. De levensduur van deze twee opties is echter lastig in kaart te brengen. De levensduur zou als volgt aangenomen kunnen worden:

- Kousmethode verlengt levensduur van leiding met 20 jaar
- Na het vervangen van een rioolleiding heeft deze een levensduur van 50 jaar

TABEL 2 VERGELIJKING MILIEUIMPACT VAN VERVANGEN RIOOL MET VERLENGEN VAN LEVENSDUUR D.M.V. KOUSMETHODE

Methode	ecopunten 100 m	ecopunten 100m/jaar
Vervangen riool	436	8,7
Kousmethode (renoveren)	150	7,5

Uit Tabel 2 blijkt dat bij de beschreven aannamen de milieupact per 100m leiding per jaar in orde grootte hetzelfde zijn (8,7 versus 7,5 ecopunten). Wanneer de levensduur van een van deze scenario's langer is, is dit direct van positieve invloed op het milieueffect van het eigen scenario. Deze vergelijking is alleen gemaakt voor een leiding met een diameter van 300mm, aangezien er geen gegevens beschikbaar zijn voor de kousmethode bij een diameter van 400mm.

Met de huidige aannamen m.b.t. de levensduur is de milieupact van de kousmethode ter verlenging van de levensduur van de huidige leiding 14% lager dan wanneer de leiding vervangen wordt. Bij een aangenomen levensduur van een vervangen rioolleiding van 50 jaar is de kousmethode gunstiger bij een verlenging van de levensduur van de leiding met minstens 18 jaar. Bij een aangenomen levensduur van 20 jaar na het toepassen van de kousmethode blijft de milieupact lager wanneer de levensduur van een vervangen leiding onder de 58 jaar blijkt te zijn. Deze getallen mogen niet als harde conclusies worden beschouwd, maar geven wel aan dat de uitkomst zeer sterk bepaald wordt door de aangenomen levensduur.

Wanneer de kousmethode in het buitengebied wordt toegepast (zonder aansluitpunten), kan er gebruik gemaakt worden van reeds aanwezige putten. Dit heeft als voordeel dat er geen graafwerkzaamheden nodig zijn, waardoor er ook geen verkeer omgeleid hoeft te worden. Dit in tegenstelling tot een opensleufmethode die nodig is wanneer een rioolleiding compleet vervangen wordt. In Tabel 3 zijn enkele voorbeelden gegeven van het milieueffect van omrijden voor verschillende vervoermiddelen. Wanneer er gedurende de werkzaamheden 1000 km wordt omgereden door auto's (benzine), neemt de milieubelasting met ongeveer 70 ecopunten toe; dit is ongeveer 16% van het totaal. Wanneer in de kousmethode scenario gebruik gemaakt kan worden van reeds aanwezige putten, is er nauwelijks sprake van omrijden wat ten goede komt aan de mate van milieubelasting. Als er niet sleufloos gewerkt kan worden, valt de milieubelasting significant hoger uit. De mate waarin sprake is van noodzaak tot omrijden is zeer afhankelijk van de situatie op de specifieke locatie.

TABEL 3 MILIEUEFFECT VAN OMRIJDEN

Vervoermiddel	ecopunten/voertuig/km
Auto diesel	0,065
Auto benzine	0,071
Vrachtwagen	0,187
scooter	0,029

### 3.4 Advies voor gevolg

De resultaten uit dit hoofdstuk laten zien dat het milieueffect van de kousmethode en het totaal vervangen van de leiding in dezelfde orde grootte zijn onder de aannamen vermeld in hoofdstuk 2. Wel zijn er een tweetal zeer grove aannamen gemaakt met betrekking tot de levensduur en de noodzaak tot omrijden, die in sterke mate invloed hebben op het totale milieueffect van deze renovatie.

Wat ons betreft moeten de volgende punten verder onderzocht worden:

- Is het mogelijk om een model te maken over hoeveel het verkeer om dient te rijden per type locatie (wijk, boerenland, rondom een N-weg, et cetera)?
- Is het mogelijk om de compositie van hars aan te passen, zodat de milieubelasting van de kousmethode gereduceerd wordt?
- Kan de levensduur van zowel de kousmethode als het totaal vervangen in een betonnen leiding nauwkeuriger worden vastgesteld?

## 4 Conclusie

Dit onderzoek besloeg zowel een literatuurstudie, een kwaliteitscheck van het rapport Schoondermark 2016, als een indicatieve LCA analyse met als doel om het milieueffect van het vervangen van een rioolleiding of het verlengen van de levensduur van leiding m.b.v. de kousmethode in kaart te brengen. Uit dit onderzoek zijn de volgende conclusies getrokken:

- Uit de kwaliteitscheck van het rapport van Schoondermark 2016, blijkt dat de resultaten reproduceerbaar zijn. Het vervangen van een riool door een betonnen leiding heeft een orde grootte van 450 ecopunten (diameter: 300mm).
- De kousmethode ter verlenging van de levensduur van de leiding heeft een milieupact in de orde grootte van 150 ecopunten.
- Het hars bepaalt in zeer sterke mate de milieupact van de kousmethode; namelijk 80%.
- De aannamen met betrekking tot de levensduur van zowel de kousmethode als het totaal vervangen van het riool zijn zeer bepalend bij het vaststellen welk scenario gunstiger is voor het milieu. Ter indicatie, wanneer de kousmethode de levensduur van de huidige leiding (300mm) met 20 jaar verlengt, is de milieupact op jaarbasis vergelijkbaar met die van het compleet vervangen van een rioolleiding (levensduur van 50 jaar).
- De noodzaak tot omrijden van het verkeer bepaalt in sterke mate de totale milieupact. Als met de kousmethode kan worden voorkomen dat er moet worden omgereden, heeft dat een gunstig effect.

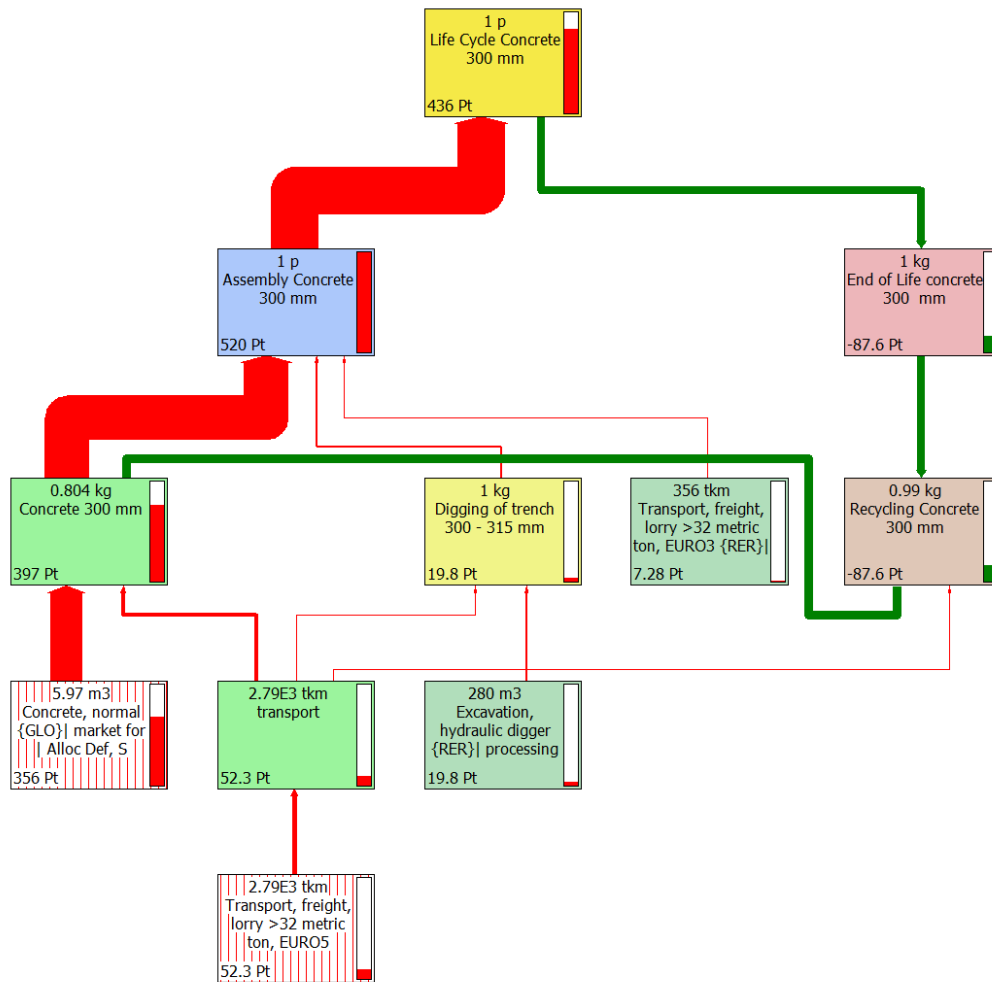
# Referenties

Morera Serni, Christian Remy, Joaquim Comas and Lluís Corominas 2016. Life cycle assessment of construction and renovation of sewer systems using a detailed inventory tool. The international Journal of Life Cycle Assessment, Vol 21. Is 8, pp 1121-1133.

Muraoka, Motoi and Yasuhiko Wada 2008. Life cycle assessment of sewer rehabilitation methods. 11<sup>th</sup> International conference on urban drainage, Edinburgh, Scotland, UK.

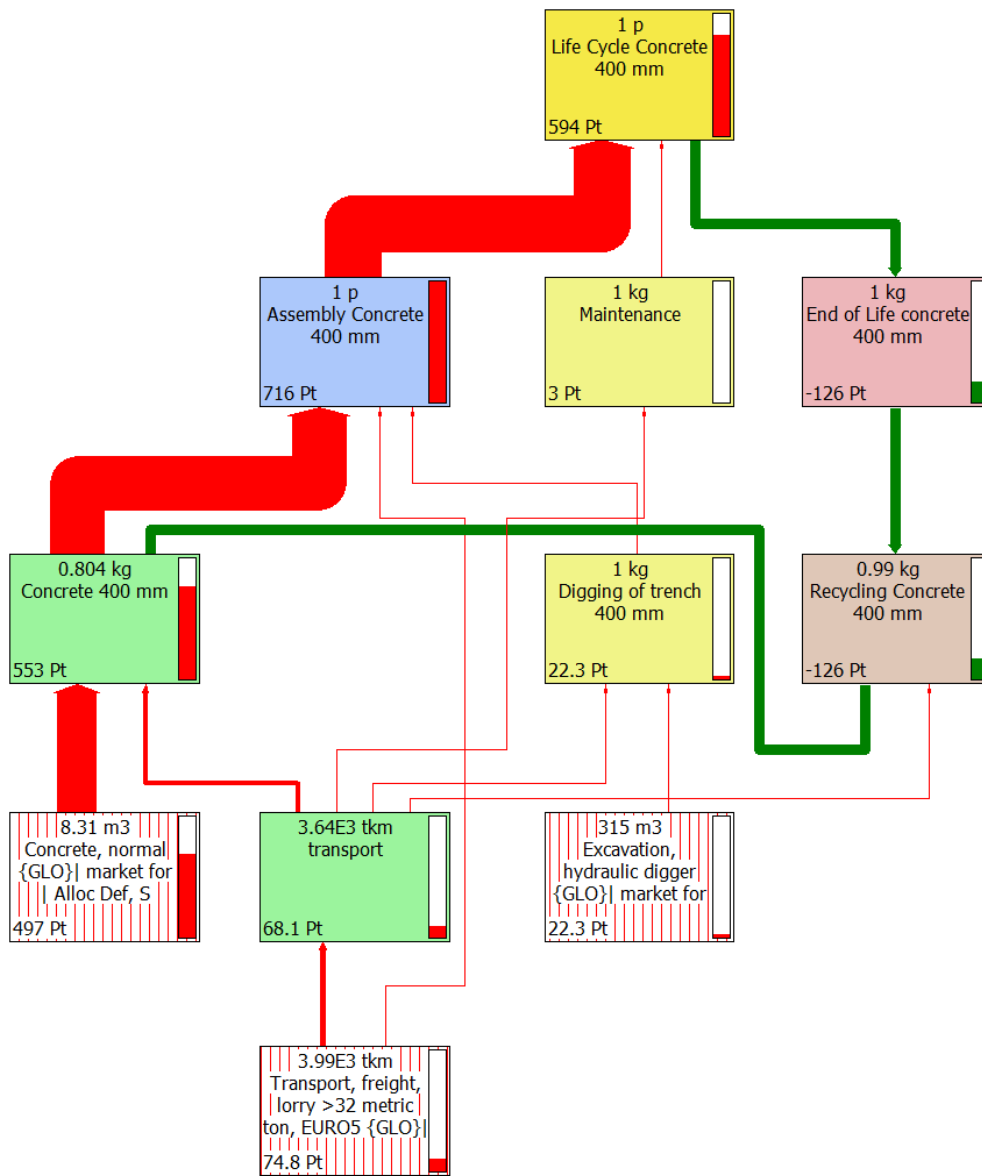
Schoondermark, 2016. Sustainability of wastewater transport systems; Life cycle assessment on pipes transporting domestic wastewater in the WINNET region. Master thesis Wageningen University.

## Bijlage I Boomstructuren van LCA



FIGUUR 0-1 MILIEUIMPACT VAN BETONNEN RIOOLLEIDING MET EEN DIAMETER VAN 300 MM.





FIGUUR 0-2 MILIEUIMPACT VAN BETONNEN RIOOLLEIDING MET EEN DIAMETER VAN 400 MM.